



**HAL**  
open science

# Effet de la structure sur les propriétés du bois et matériaux à base de bois : changement d'échelle et approche multiéchelle

Patrick Perre

► **To cite this version:**

Patrick Perre. Effet de la structure sur les propriétés du bois et matériaux à base de bois : changement d'échelle et approche multiéchelle. 2èmes Journées du GDR 3544 Sciences du Bois, Nov 2013, Champs sur Marne, France. hal-01824592

**HAL Id: hal-01824592**

**<https://hal.science/hal-01824592>**

Submitted on 16 Jul 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Conférence invitée 02**

**Effet de la structure sur les propriétés du bois et matériaux à base de bois :  
changement d'échelle et approche multiéchelle.**

Patrick Perré

Ecole Centrale Paris  
Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux (LGPM)  
Grande Voie des Vignes, Châtenay-Malabry, France  
[patrick.perre@ecp.fr](mailto:patrick.perre@ecp.fr)

**Mots-clés**

Anatomie, paroi, plan ligneux, homogénéisation, maillage, morphologie, phases.

**Résumé**

Le bois et les matériaux à base de bois présentent des structurations spatiales dans lesquelles les échelles caractéristiques sont empilées comme des poupées gigognes. Dans le cas du bois, on distingue de façon évidente l'échelle des macromolécules, le multicouche pariétal, l'agencement cellulaire, le plan ligneux, l'empilement de cernes et la tige (tronc ou branche).

Quand on parle de propriétés du matériau, on se réfère souvent, sans forcément le formuler explicitement, à l'échelle pertinente pour la configuration considérée. La formulation macroscopique s'intéresse généralement à l'empilement de cernes. C'est à cette échelle que sont définis rigidité et retrait par exemple.

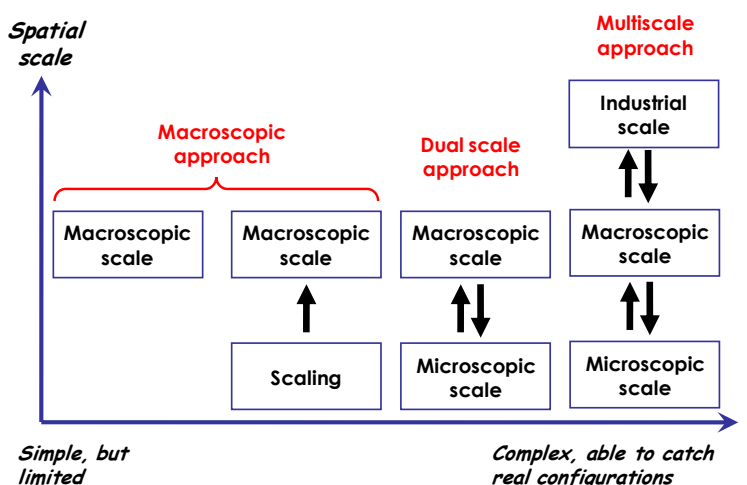


Figure 1 – Du simple au plus complexe : formulation macroscopique, changement d'échelle, double échelle et multiéchelle (Perré, 2010).

Le changement d'échelle (*scaling* de la fig. 1) permet de passer d'une échelle à la suivante. En soi, ce n'est pas une technique prédictive (le changement d'échelle n'est pas capable de prédire *ex-nihilo*), c'est juste un moyen de passer la connaissance d'une échelle à l'autre. C'est en revanche un bon moyen de comprendre les relations entre échelles et, ainsi, de séparer les grandeurs pertinentes et de **prédire**, par exemple, les propriétés à l'échelle supérieure en fonction de la propriété des phases hétérogènes à l'échelle inférieure et de leurs morphologies. Il faut néanmoins alimenter le modèle théorique avec ces données d'entrée (par exemple la morphologie est obtenue par traitement d'images réelles de l'anatomie). La figure 2 montre un exemple de changement d'échelle dans le cas du collapse.

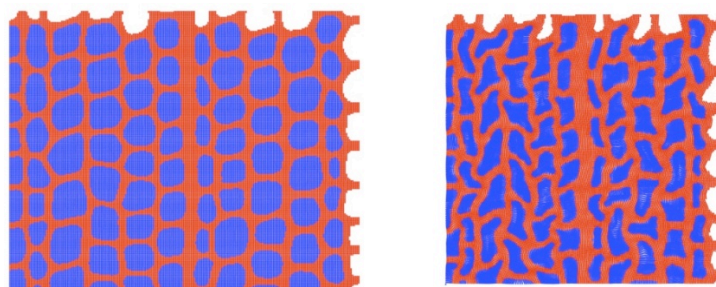


Figure 2 – Exemple de changement d'échelle : prise en compte de la morphologie cellulaire pour prédire la sensibilité au collapsé à l'échelle du tissu par modélisation MPM (Perré et al. 2012).

Parfois (assez souvent en fait), le changement d'échelle n'est pas suffisant : les champs microscopiques dépendent de l'histoire macroscopique. Dans ce cas, il faut passer à une approche double échelle (les deux échelles et leur évolutions temporelles sont considérées simultanément). Ceci correspond schématiquement à la double flèche *Dual scale* (Fig. 1).

Enfin, en plus des échelles spatiales intrinsèques du matériau (liées à la genèse biologique du bois dans l'arbre), peuvent s'ajouter d'autres échelles pertinentes, produites par les procédés de transformation ou les ouvrages (par exemple, lit épais de plaquettes dans le cas du bois énergie, assemblage de poutres et panneau dans la cas d'une construction). Ces configurations nécessitent des approches multiéchelles et multiphysiques. La figure 3 montre l'évolution temporelle de la teneur en eau de certaines plaquettes de bois lors du séchage dans un lit épais brassé à intervalles réguliers.

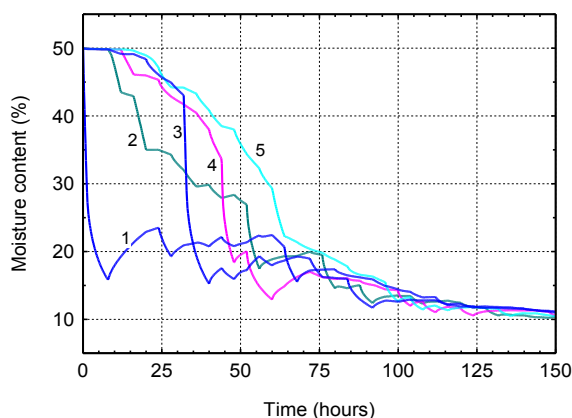


Figure 3 – Exemple d'approche double échelle : suivi lagrangien de 5 particules différentes lors du séchage dans un lit épais brassé à intervalles réguliers (Perré 2010).

**La conférence tentera d'illustrer toutes ces notions par des exemples concrets.**

## Références

- Carr E., Turner I., Perré P., 2013. A dual-scale modeling approach for drying hygroscopic porous media, *Multiscale Modeling & Simulation*, **11**: 362-384.
- Perré P., 2007. Multiscale aspects of heat and mass transfer during drying, *Transport in Porous Media*, 66:59-76.
- Perré P., 2010. Multiscale modelling of drying as a powerful extension of the macroscopic approach: application to solid wood and biomass processing, *Drying Technology*, **28**: 944-959.
- Perré P., Almeida G., Frank X., 2012. MPM modelling of the cellular collapse of bio-products due to capillary forces, proceedings of the 18<sup>th</sup> Int. Drying Symposium, 5 pages, Xiamen, China.